

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月 5日
Date of Application:

出願番号 特願2002-354244
Application Number:

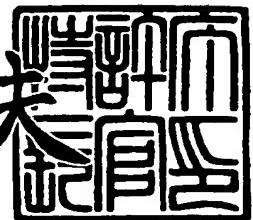
[ST. 10/C] : [JP2002-354244]

出願人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

2003年 9月 16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 020688JP
【提出日】 平成14年12月 5日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F02D 29/00
F01L 31/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 片岡 順二

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 浅田 俊昭

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 江崎 修一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 辻 公壽

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 日下 康

【特許出願人】

【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099645
【弁理士】
【氏名又は名称】 山本 晃司
【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】**【識別番号】** 100104765**【弁理士】****【氏名又は名称】** 江上 達夫**【電話番号】** 03-5524-2323**【選任した代理人】****【識別番号】** 100107331**【弁理士】****【氏名又は名称】** 中村 聰延**【電話番号】** 03-5524-2323**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 131913**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【ブルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の停止制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 吸気弁又は排気弁のうち少なくともいずれか一方の弁を内燃機関の出力軸に対して任意に動作させることができ可能な動弁機構と、前記内燃機関が所定の状態で停止するように前記動弁機構の動作を制御する弁制御手段と、を備えたことを特徴とする内燃機関の停止制御装置。

【請求項 2】 前記内燃機関は車両の駆動源として使用され、前記車両は減速時の運動エネルギーを利用して発電機を駆動する回生発電を実行可能とされ、前記動弁機構は前記吸気弁及び排気弁の両者を駆動可能であり、前記弁制御手段は、前記回生発電の実行中は前記吸気弁及び前記排気弁を閉じるように前記動弁機構の動作を制御するとともに、前記回生発電が実行されている状態から続けて内燃機関が停止される場合には、前記所定の状態として、前記吸気弁又は前記排気弁が開かれて前記内燃機関の圧縮圧力が開放されてから前記内燃機関が停止するように前記動弁機構の動作を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 3】 前記弁制御手段は、前記回生発電が実行されている状態から続けて内燃機関が停止される場合において、前記内燃機関の気筒内に閉じ込められた混合気の燃焼が終了するまでは前記吸気弁及び排気弁を閉じた状態に維持し、前記燃焼の終了後に前記吸気弁又は前記排気弁を開くように前記動弁機構の動作を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 4】 前記内燃機関には圧縮行程の時期を互いにずらして複数の気筒が設けられ、前記弁制御手段は、前記所定の状態として、前記出力軸の回転位置が当該出力軸の回転範囲の一部の特定範囲にあるときに前記内燃機関が停止するように前記動弁機構の動作を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 5】 前記弁制御手段は、前記内燃機関が停止する過程で生じる圧縮仕事量を前記内燃機関が停止する過程における前記出力軸の回転位置と対応付けて制御することにより、前記出力軸が前記特定範囲にあるときに前記内燃機関

を停止させることを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 6】 前記弁制御手段は、前記複数の気筒のうち、一部の特定の気筒の圧縮仕事量が他の気筒の圧縮仕事量よりも大きくなるように前記動弁機構の動作を制御することにより、前記出力軸が前記特定範囲にあるときに前記内燃機関を停止させることを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 7】 前記弁制御手段は、前記内燃機関が停止する過程で生じる前記圧縮仕事量が次第に減少するように前記動弁機構の動作を制御することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 8】 内燃機関の始動時の状況を検出し、当該状況の検出結果に基づいて前記特定範囲を設定する停止位置設定手段を備えたことを特徴とする請求項 4 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の停止制御装置。

【請求項 9】 前記停止位置設定手段は、前記始動時の状況として前記始動時の圧縮仕事量に相関する情報を検出するとともに、その情報の検出結果に基づいて、前記複数の気筒のうち、始動時の圧縮仕事量が前記複数の気筒間において相対的に小さい気筒が圧縮行程にある状態で前記内燃機関が停止するように前記特定範囲を設定することを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の停止制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の吸気弁又は排気弁の動作を制御して内燃機関を所定の状態で停止させる装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関の始動性の向上等を目的として、内燃機関の停止時にモータジェネレータを動作させて内燃機関のクランク軸を制動又は駆動し、それにより内燃機関のクランク軸を特定の角度で停止させる装置が提案されている（特許文献 1 参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開平9-264235号公報

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上述した従来の技術は停止位置の制御にモータジェネレータを必要とするため、内燃機関のクランク軸にモータジェネレータが接続されていない場合には適用不可能である。モータジェネレータが設けられている場合であっても、クランク軸を所望の位置にて停止させるにはモータジェネレータの停止位置の制御性を向上させる必要がある。

【0005】

そこで、本発明では、モータジェネレータとは異なる手段により、内燃機関を所定の状態で停止させることができ可能な内燃機関の停止制御装置を提供することを目的とする。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

本発明は、吸気弁又は排気弁のうち少なくともいずれか一方の弁を内燃機関の出力軸に対して任意に動作させることができ可能な動弁機構と、前記内燃機関が所定の状態で停止するように前記動弁機構の動作を制御する弁制御手段と、を備えた内燃機関の停止制御装置により、上述した課題を解決する（請求項1）。

【0007】

この停止制御装置によれば、動弁機構によって吸気弁又は排気弁を出力軸の回転状態に拘わりなく任意に動作させることにより、内燃機関の気筒内の状態を様々なに変化させることができる。例えば、吸気弁の動弁特性（開閉タイミング、リフト量、作用角等）を変化させることにより吸入空気量を調整して圧縮行程で生じる圧力（圧縮圧力）を所望の値に設定することができる。また、排気弁の動弁特性を変化させることによっても気筒内の状態を変化させることができる。従って、動弁機構の動作を制御すれば、気筒内を特定の状態に整えて内燃機関を停止させることができる。なお、本発明において、動弁機構は、吸気弁又は排気弁を「内燃機関の出力軸に対して任意に動作させることが可能」であればよい。ここ

で任意に動作させると、出力軸の状態に無関係に吸気弁又は排気弁を動作させることを意味する。例えば出力軸が回転しているにも拘らず吸気弁又は排気弁を停止させ、あるいは、出力軸の回転速度とは無関係に吸気弁又は排気弁の動作の速度が設定でき、出力軸の回転位置とは無関係に吸気弁又は排気弁の開閉タイミングを変更できるものが「出力軸に対して任意に動作させる」範囲に含まれる。「所定の状態で停止」させる概念は、内燃機関が停止したときの状態が一定の状態に制御されること、及び内燃機関が停止する過程が一定の状態に制御されることの両者を含むものである。そして、これらの状態は動弁機構の動作の制御、すなわち吸気弁又は排気弁の動作の制御によってもたらされるものであればよい。本発明において、内燃機関は好適にはピストンの往復運動を出力軸としてのクラシク軸の回転運動に変換するレシプロ式であるが、他の形式の内燃機関であっても動弁機構によって停止時の状態を制御できるものであれば本発明の適用範囲に含めることができる。

【0008】

前記内燃機関は車両の駆動源として使用され、前記車両は減速時の運動エネルギーを利用して発電機を駆動する回生発電を実行可能とされ、前記動弁機構は前記吸気弁及び排気弁の両者を駆動可能であり、前記弁制御手段は、前記回生発電の実行中は前記吸気弁及び前記排気弁を閉じるように前記動弁機構の動作を制御するとともに、前記回生発電が実行されている状態から続けて内燃機関が停止される場合には、前記所定の状態として、前記吸気弁又は前記排気弁が開かれて前記内燃機関の圧縮圧力が開放されてから前記内燃機関が停止するように前記動弁機構の動作を制御してもよい（請求項2）。

【0009】

回生発電の実行中に吸気弁及び排気弁を閉じて吸排気動作を停止させた場合には内燃機関の抵抗を減少させて回生発電量を増加させることができる。しかし、吸気弁及び排気弁を閉じたまま内燃機関を停止させると気筒内には比較的大きな圧縮圧力が残り、内燃機関が停止する直前でその圧縮圧力による反転作用（出力軸を押し戻す作用）が顕著に出現して振動が増大する。また、気筒内に残された圧縮圧力は次回の内燃機関の始動性を悪化させる要因となる。このような不都合

は、上述したように圧縮圧力を開放してから内燃機関を停止させることによって解決することができる。なお、ここでいう駆動源とは、走行用に動力を出力するものに限らず、例えば走行用の駆動源としての電動機に対して電力を供給するための駆動源も含む。要するに、内燃機関は車両において何らかの用途のために動力を出力するものであればよい。

【0010】

また、前記弁制御手段は、前記回生発電が実行されている状態から続けて内燃機関が停止される場合において、前記内燃機関の気筒内に閉じ込められた混合気の燃焼が終了するまでは前記吸気弁及び排気弁を閉じた状態に維持し、前記燃焼の終了後に前記吸気弁又は前記排気弁を開くように前記動弁機構の動作を制御してもよい（請求項3）。この場合には、混合気が未燃焼のまま内燃機関から排気ガスとして排出されるおそれがなく、環境に与える影響から見ても、触媒等の排気浄化手段の耐久性から見ても好ましい。

【0011】

本発明の停止制御装置において、前記内燃機関には圧縮行程の時期を互いにずらして複数の気筒が設けられ、前記弁制御手段は、前記所定の状態として、前記出力軸の回転位置が当該出力軸の回転範囲の一部の特定範囲にあるときに前記内燃機関が停止するように前記動弁機構の動作を制御してもよい（請求項4）。

【0012】

複数の気筒を有する内燃機関では、どの気筒が圧縮行程にあるときに内燃機関が停止するかが一義的に定まらず、そのために出力軸の停止位置も不定となる。しかし、本発明の停止制御装置によれば、動弁機構の動作を制御することにより内燃機関の各気筒に生じる圧縮圧力を適宜に調整して内燃機関の出力軸を特定の気筒が圧縮行程を迎えている位置（又は範囲）に停止させることができる。このように停止位置を特定範囲に制御すれば、内燃機関の始動条件のばらつきを抑えて安定した始動を実現することができる。始動感覚も一定になる。

【0013】

出力軸を特定範囲に停止させる場合の好適な一例として、前記弁制御手段は、前記内燃機関が停止する過程で生じる圧縮仕事量を前記内燃機関が停止する過程

における前記出力軸の回転位置と対応付けて制御することにより、前記出力軸が前記特定範囲にあるときに前記内燃機関を停止させてもよい（請求項5）。例えば、出力軸が特定範囲にあるときに圧縮仕事量を大きく、その他の範囲で圧縮仕事量を小さく制御すれば出力軸が特定範囲で停止するようになる。また、前記弁制御手段は、前記複数の気筒のうち、一部の特定の気筒の圧縮仕事量が他の気筒の圧縮仕事量よりも大きくなるように前記動弁機構の動作を制御することにより、前記出力軸が前記特定範囲にあるときに前記内燃機関を停止させてもよい（請求項6）。このように特定の気筒における圧縮仕事量を他の気筒のそれよりも大きくすれば、その特定の気筒が圧縮行程を迎えているときに内燃機関が停止するようになる。なお、圧縮仕事量の調整は、吸気弁の動弁特性を変化させて吸入空気量を増減させて実現することができる。排気弁の動弁特性を変化させて気筒内に残る排気ガスの量を調整することによっても圧縮仕事量を増減させることができる。

【0014】

前記のように圧縮仕事量を制御する場合において、前記弁制御手段は、前記内燃機関が停止する過程で生じる前記圧縮仕事量が次第に減少するように前記動弁機構の動作を制御してもよい（請求項7）。この場合には、圧縮仕事量の減少に伴って圧縮圧力が徐々に低下するので、振動を抑えて内燃機関を緩やかに停止させることができる。

【0015】

出力軸を特定範囲に停止させる制御を行う場合においては、内燃機関の始動時の状況を検出し、当該状況の検出結果に基づいて前記特定範囲を設定する停止位置設定手段を備えてもよい（請求項8）。この場合には、始動時の状況を考慮して次回以降の内燃機関の出力軸の停止位置を設定することができる。従って、始動に都合の悪い位置を避けて出力軸を停止させたり、始動に好都合な位置に出力軸を停止させることができる。なお、始動時の状況は内燃機関の始動性に關係する種々のパラメータの状態から定めることができる。例えば、始動時の出力軸の回転数の変化、出力軸のトルク変動、振動等を検出して始動時の状況を特定することができる。始動を電動機にて行う場合にはその電動機の消費電力によって始

動時の状況を特定してもよい。

【0016】

また、前記停止位置設定手段は、前記始動時の状況として前記始動時の圧縮仕事量に相関する情報を検出するとともに、その情報の検出結果に基づいて、前記複数の気筒のうち、始動時の圧縮仕事量が前記複数の気筒間において相対的に小さい気筒が圧縮行程にある状態で前記内燃機関が停止するように前記特定範囲を設定してもよい（請求項9）。

【0017】

このような制御を行えば圧縮仕事が小さい気筒が圧縮行程にある状態から内燃機関が始動されるようになる。従って、内燃機関の始動エネルギーを削減することができる。これにより、内燃機関の始動用の電動機を小型化し、始動時の電力消費を抑えてバッテリの劣化を防ぐことができるとともに、内燃機関の燃料消費率を向上させることができる。なお、複数の気筒のうち始動時の圧縮仕事量が最も小さい気筒を優先して特定範囲を定めてもよいし、始動時の圧縮仕事量が最も大きい気筒を避けるようにして特定範囲を定めてもよい。

【0018】

本発明の内燃機関は、駆動源として内燃機関のみが設けられているもの、モータジェネレータのように他の駆動源が設けられているもののいずれの車両にも適用可能である。内燃機関の停止については、内燃機関の運転条件と関連付けて設定された所定の停止許可条件が満たされたことを条件として制御装置が自律的に停止させるものでもよいし、運転者によるイグニッシュョンスイッチのオフ操作に対応して制御装置が停止させるものでもよい。前者のような停止形態は、例えば車両の減速時やアイドリング状態のときに内燃機関を停止させるものがある。そのような停止形態は、制御装置の制御下にない停止状態と区別して「休止」と呼ばれることがある。このような自律的な停止（休止）制御を実行する車両では、内燃機関の停止及び始動が頻繁に繰り返されるため、特に本発明の停止制御装置によって内燃機関を所定の状態で停止させることによって得られるメリットが大きい。

【0019】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の一実施形態に係る停止制御装置と、その停止制御装置が適用される内燃機関とを示している。内燃機関1は、走行用の動力源として車両に搭載される4サイクルガソリンエンジンとして構成されている。内燃機関1が搭載される車両には、走行用の他の動力源としてモータジェネレータ（不図示）も設けられている。このような車両はいわゆるハイブリッド車両として知られている。ハイブリッド車両においては、内燃機関1及びモータジェネレータが適宜の制御則に従って使い分けられるが、本実施形態では少なくとも次のように内燃機関1及びモータジェネレータの動作が制御されるものとする。

【0020】

まず、内燃機関1の運転に関しては運転条件と関連付けて停止許可条件が設定され、その停止許可条件が満たされると内燃機関1の運転は一時的に停止される。停止中に始動許可条件が満たされると内燃機関1が始動される。停止許可条件は例えば減速中であって車速が特定速度以下である場合や内燃機関1がアイドリング状態の場合等に満たされるように設定される。また、モータジェネレータに関しては車両の減速時や制動時に車輪によって駆動されて回生発電が行われるように制御される。回生発電によって得られた電力はモータジェネレータの電源としてのバッテリ（不図示）の充電に利用される。

【0021】

内燃機関1には4つの気筒が所定方向に一列に並べて設けられている。但し、図1では1つの気筒1aのみが示されている。各気筒1aにはピストン2が気筒1aの軸線方向に往復運動自在に設けられている。ピストン2の往復運動はコンロッド3を介してクランク軸（出力軸）4に回転運動として伝達される。内燃機関1は動弁機構5を備えている。動弁機構5は、吸気通路6又は排気通路7をそれぞれ開閉する吸気弁8及び排気弁9と、駆動源としての電動モータ10, 11と、各電動モータ10, 11の回転運動を吸気弁8又は排気弁9の開閉運動に変換するカム装置12, 13とを備えている。このような動弁機構5によれば、電動モータ10, 11によって吸気弁8及び排気弁9をクランク軸4から独立して

任意に動作させることができる。また、電動モータ10, 11の回転を制御することにより、各弁8, 9の動弁特性（開閉タイミング、作用角、リフト量など）も自由に変更できる。

【0022】

内燃機関1の動作はエンジンコントロールユニット（ＥＣＵ）14により制御される。ＥＣＵ14は、マイクロプロセッサやその主記憶装置として機能するＲＯＭ、ＲＡＭ等の周辺装置を備え、ＲＯＭに記憶されたプログラムに従って内燃機関1の運転状態、例えば各気筒1aへの燃料噴射量や点火プラグ15の点火時期等を制御するコンピュータとして構成されている。ＥＣＵ14には、内燃機関1の運転状態を制御する際に参照すべき情報の入力手段として、気筒1aの内部圧力に対応した信号を出力する圧力センサ16、クランク軸4の角度に応じた信号を出力するクランク角センサ17等が接続されている。

【0023】

ＥＣＵ14は所定のプログラムを実行することにより、ドライバ（駆動回路）18を介して動弁機構5の動作を制御する弁制御手段としても機能する。例えば、ＥＣＵ14は、クランク角センサ17等の出力信号を参照して、内燃機関1に吸気、圧縮、膨張、排気の各行程を繰り返し行わせるように、クランク軸4の回転と同期させて吸気弁8及び排気弁9を動作させる。内燃機関1の減速又は制動時であってかつモータジェネレータによる回生発電が行われる際には、ＥＣＵ14はクランク軸4の回転とは関係なく、図2に示すように全ての気筒1aの吸気弁8及び排気弁9を吸気行程、圧縮行程、膨張行程及び排気行程の全ての行程で閉じた状態に保持、つまり、電動モータ10, 11を吸気弁8及び排気弁9が閉じる位置で電動モータ10, 11を停止させる。このように吸気弁8及び排気弁9を閉じることにより、各気筒1aにおける混合気の出入りがほぼゼロになり、内燃機関1のクランク軸4を回転させる抵抗が低減されて回生発電量が増加する。また、ＥＣＵ14は、回生発電時において吸気弁8及び排気弁9を閉じた状態で点火プラグ15を点火させ、各気筒1a内に残留する混合気を燃焼させる。さらに、ＥＣＵ14は、回生発電中に内燃機関1に関する停止許可条件が満たされた場合には動弁機構5に所定の動作を行わせて内燃機関1を停止させる。以下、

このような減速又は制動時から内燃機関 1 の停止に至る間の ECU 14 による動弁機構 5 の制御を説明する。

【0024】

図3はモータジェネレータの回生発電に関連付けて ECU 14 が動弁機構 5 等を制御するために実行する気筒制御ルーチンを示したフローチャートである。この気筒制御ルーチンは、内燃機関 1 の運転中において他のルーチンと並行して実行されるものとする。

【0025】

図3の気筒制御ルーチンにおいて、ECU 14 は、まずステップ S 1 1 にて車両がブレーキにより制動されているか否か判定する。ブレーキにより制動されている場合はステップ S 1 2 へ進む。ステップ S 1 2 では、現在の車速が回生発電を開始する速度以下か否か判定する。この条件が成立した場合はステップ S 1 3 へ進んで気筒停止処理を行う。ステップ S 1 2 の条件が成立しなかった場合はステップ S 1 1 へ戻る。

【0026】

ステップ S 1 3 の気筒停止処理では、全ての気筒 1a の吸気弁 8 及び排気弁 9 を閉じるように電動モータ 10, 11 の動作を制御するとともに、車輪によってモータジェネレータを駆動させて回生発電を行い、得られた電力でバッテリを充電する。また、ステップ S 1 3 の気筒停止処理では、吸気弁 8 及び排気弁 9 を閉じた状態で点火プラグ 15 を点火させることにより、気筒 1a 内に残留する混合気を燃焼させる。

【0027】

ステップ S 1 3 の気筒停止処理後はステップ S 1 4 へ進む。なお、ステップ S 1 1 においてブレーキにより制動されていない場合もステップ S 1 4 へ進む。ステップ S 1 4 では、内燃機関 1 の停止許可条件が満たされているか否かを判定する。停止許可条件が満たされている場合はステップ S 1 5 へ進み、そうでなければステップ S 1 1 に戻る。

【0028】

ステップ S 1 5 では全ての気筒 1a の吸気弁 8 及び排気弁 9 が閉じているか否

かを確認する。閉じている場合はその状態を維持し、そうでない場合はステップS16にて全ての気筒1aの吸気弁8及び排気弁9を閉じる。続くステップS17においては、気筒1a内に閉じ込められた混合気の燃料が終了しているか否かを判定する。気筒1a内で燃焼が継続している場合には、燃焼が終了している場合よりもクランク軸4の回転変動が大きくなるので、例えばクランク角センサ17の出力を参照してクランク軸4の回転変動が所定の範囲内にあるか否かを判別することにより、混合気が全て燃焼したか否かを判断することができる。

【0029】

ステップS17にて混合気の燃焼が終了していないと判定した場合は、ステップS18で点火プラグ15を点火させて混合気を燃焼させ、燃焼が終了するまでステップS17及びS18の処理を繰り返す。

【0030】

混合気の燃料が終了したと判定された場合にステップS19に進み、全ての気筒1aの吸気弁8及び排気弁9を開放する。その後、ステップS20で内燃機関1の停止を確認して図3のルーチンを終了する。内燃機関1が実際に停止したか否かは例えばクランク角センサ17の出力によって判断することができる。

【0031】

以上の実施形態によれば、モータジェネレータが回生発電を行っている際には吸気弁8及び排気弁9が閉じられるが、停止許可条件が満たされて内燃機関1が停止する際には吸気弁8及び排気弁9が開かれて各気筒1aに圧縮圧力が開放される。従って、内燃機関1が停止する過程において気筒1a内の圧縮圧力によるピストン2の押し戻し作用が生じず、内燃機関1の停止時の振動が減少する。停止時に圧縮行程にある気筒1aの圧力が低下するので、次の始動も容易に行える。しかも、回生発電時に気筒1a内に閉じ込められていた混合気を完全に燃焼させてから吸気弁8及び排気弁9を開くようにしたので、混合気が排気ガスとして排出されるおそれがない。従って、環境面でみても、排気浄化手段として設けられた触媒等の耐久性からみても好ましい。

【0032】

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態は、図1に示したハイブリッド車両の内燃機関1の停止過程において、ECU14により、特定の一つの気筒（以下特定気筒と呼ぶ。）1aの吸気弁8及び排気弁9の開閉動作を制御してクランク軸4を所定のクランク角度で停止させる制御を行うことを特徴とする。図4は、そのような停止制御を実現するためにECU14が実行する停止時弁制御ルーチンの手順を示す。この停止時弁制御ルーチンは、内燃機関1の停止過程に限って実行される。例えば、図4のルーチンは上述した停止許可条件が満たされた後の適当な時期に開始されて内燃機関1が完全に停止するまで繰り返される。

【0033】

図4のルーチンにおいて、ECU14はまずステップS21で、特定気筒1a以外の全ての気筒1aの吸気弁8及び排気弁9を開放する。続くステップS22では特定気筒1aの吸気弁8及び排気弁9を通常動作させる。ここでいう通常動作とは、ECU14によって設定された吸気弁8及び排気弁9の動弁特性（例えば開閉時期、リフト量、及び作用角）に従って電動モータ10, 11を駆動することにより、吸気弁8及び排気弁9をクランク軸4の回転に同期して開閉させる動作をいう。次のステップS23では、クランク角センサ17等の情報を参照して内燃機関1が停止したか否かを判定する。そして、内燃機関1が停止していないときにはステップS22へ戻る。ステップS23にて内燃機関1が停止したと判定された場合、ステップS24にて全ての気筒1aの吸気弁8及び排気弁9を開放し、その後に図4のルーチンを終了する。

【0034】

以上のルーチンによれば、特定のクランク角においてのみ圧縮圧力が生じるようになるので、クランク軸4を特定のクランク角の範囲にて停止させることができる。この点を図5により説明する。

【0035】

図5は、ECU14に図4のルーチンを実行させたときの内燃機関1の全体における圧縮圧力と内燃機関1の回転数とクランク角度との関係の一例を示している。図5の例において、内燃機関1の4つの気筒1aのうち、クランク角度が540°CAのときにピストン2が圧縮行程における上死点に達する気筒が特定気

筒1aとして選択されている。

【0036】

図5では矢印Aで示したクランク角度付近で吸気弁8及び排気弁9が閉じられて特定気筒1aの圧縮行程が開始される。特定気筒1aにて圧縮行程が行われることにより特定気筒1a内には圧縮圧力が発生する。この圧縮圧力は特定気筒1aのピストン2を押し返す方向に作用し、これに逆らってピストン2が上昇することにより特定気筒1aに圧縮仕事が生じる。圧縮仕事によりクランク軸4の運動エネルギーが消費されてその回転数（回転速度）は低下する。そして、クランク軸4の運動エネルギーが特定気筒1aにおける圧縮仕事よりも小さくなるとピストン2が上死点まで到達できずにクランク軸4が停止する。特定気筒1aの圧縮仕事は一定のクランク角範囲で生じ、その一方、特定気筒1a以外では吸気弁8及び排気弁9が開放されて圧縮仕事が生じない。従って、クランク軸4は特定気筒1aの圧縮仕事のピークよりも手前のほぼ定位置で停止するようになる。

【0037】

図6は、比較例として、全ての気筒1aに圧縮行程を生じさせた場合の圧縮圧力及び内燃機関1の回転数とクランク角度との関係を示している。直列4気筒式の内燃機関1では、各気筒1aのピストン2が 180° CAずつ位相をずらしてクランク軸4に接続されているため、全ての気筒1aに圧縮行程を生じさせると 180° CA毎に圧縮仕事が発生する。従って、クランク軸4がどのようなクランク角で停止するかは一義的に定まらない。

【0038】

なお、ピストン2の圧縮仕事に依存するだけではクランク軸4の停止位置がある程度の範囲でばらつくことがある。従って、特定気筒1aの圧縮仕事を利用してクランク軸4を停止させる過程において、モータジェネレータを併用してクランク軸4の停止位置を調整してもよい。この場合でも特定気筒1aの圧縮仕事によってクランク軸4がおよそ一定位置に停止しているから、クランク軸4の停止位置の調整に必要なモータジェネレータの電気的負荷は小さくて足りる。

【0039】

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態は、第2の実施形態において特定気筒で発生させた圧縮仕事量を徐々に減少させてクランク軸4を所定のクランク角度で停止させることを特徴とする。図7はそのような停止制御を実現するためにECU14が実行する停止時動弁特性設定ルーチンの手順を示す。図7のルーチンは、内燃機関1の停止過程に限って図4の停止時弁制御ルーチンと並行して実行される。

【0040】

図7のルーチンにおいて、ECU14は、まずステップS31で内燃機関1の運転状態を特定する。運転状態は、クランク角センサ17の検出するクランク角に基づいて特定される機関回転数、圧力センサ16が検出する気筒1a内の圧縮圧力など内燃機関1の停止過程における運転状態に相関する各種のパラメータによって特定することができる。

【0041】

続くステップS32では、特定された運転状態に対応して気筒1aの目標圧縮圧力を設定する。目標圧縮圧力は、例えば図8に示すように特定気筒1aが膨張行程を迎える毎に徐々に低くなるように定められる。換言すれば、内燃機関1が停止する過程において、特定気筒1aにおけるピストン2の圧縮仕事量が徐々に減少するように目標圧縮圧力が設定される。内燃機関1の運転状態と目標圧縮圧力との関係は実験やシミュレーションによって予め定められ、マップ又は関数としてECU14のROMに記録されて適宜に参照される。

【0042】

続くステップS33では、ステップS32で設定した目標圧縮圧力が得られるように動弁機構5による吸気弁8及び排気弁9の動弁特性を設定する。すなわち、圧縮圧力は気筒1a内に吸入される空気量及び気筒1aから排出される空気量に関係し、吸入空気量は吸気弁8の動弁特性に相関し、排出される空気量は排気弁9の動弁特性に相関するから、ECU14は、吸気弁8及び排気弁9の動弁特性を決定する少なくとも一つのパラメータを目標圧縮圧力が得られるように変化させる。なお、目標圧縮圧力と動弁特性との関係は予め実験やシミュレーションによって予め定められ、マップ又は関数としてECU14のROMに記録されて適宜に参照される。また、ステップS33で設定された動弁特性は図4のステッ

PS22の通常動作において反映される。

【0043】

次のステップS33においては、図4と同様に内燃機関1が停止したか否かを判定し、内燃機関1が停止するまでステップS31～33の処理を繰り返す。そして、内燃機関1が停止したと判定された場合に図7のルーチンを終了する。

【0044】

以上のルーチンによれば、クランク軸4の特定気筒1aに限って圧縮圧力を生じさせてるので、第2の実施形態と同様にクランク軸4をほぼ一定位置で停止させることができる。しかも、特定気筒1aの圧縮圧力を徐々に減少させているので、停止直前の振動を抑えて内燃機関1を緩やかに停止させることができる。

【0045】

(第4の実施形態)

本発明の第4の実施形態は、内燃機関1の過去の始動時の状況に基づいて、次回のクランク軸4の停止位置を変化させるものである。図9はそのような制御を実現するためにECU14が実行する機関停止位置設定ルーチンの手順を示す。この機関停止位置設定ルーチンを実行することにより、ECU14が停止位置設定手段として機能する。以下、詳細を説明する。なお、図9のルーチンは、上述した停止許可条件が満たされて内燃機関1が停止している間、つまり、ECU14により内燃機関1が一時的に停止状態に制御されている間に一定の周期で繰り返し実行される。このような停止状態は、イグニッシュョンスイッチがオフされて内燃機関1が停止している状態との比較において、ECU14により内燃機関1の停止状態が監視され、ECU14が自律的に内燃機関1を始動し得るか否かの観点から区別することができる。

【0046】

図9のルーチンにおいて、ECU14はまずステップS41にて内燃機関1の始動許可条件が満たされたか否かを判定する。始動許可条件が満たされてない場合には今回のルーチンを終了する。始動許可条件が満たされた場合はステップS42に進み、クランク角センサ17等の情報を参照して内燃機関1の始動時にクランク軸4の回転が最も落ち込んだときの回転数（落ち込み回転数）を検出して

E C U 1 4 の記憶装置に記録する。ここで使用される記憶装置はE C U 1 4 に対する電源が遮断されても記憶保持が可能なフラッシュR O M、又はバッテリによって記憶が保持されるバックアップR A Mが好適である。但し、E C U 1 4 の電源が遮断された後まで記憶を保持する必要がなければ揮発性のワークR A Mを用いてもよい。なお、始動許可条件が満たされた場合の内燃機関1の始動はE C U 1 4 が不図示の機関始動プログラムを実行することによって実現される。

【0047】

続くステップS 4 3において、E C U 1 4 は記憶装置に記録されている過去の落ち込み回転数とステップS 4 2で記録した落ち込み回転数とを比較する。その後ステップS 4 4に進み、ステップS 4 2で記録した回転数が、記憶装置に記憶されている過去の回転数と比較して最も低いケース（ワーストケース）に該当するか否かを判定する。ワーストケースでなかった場合には図9のルーチンを終える。ワーストケースであった場合にはステップS 4 5に進み、今回の内燃機関1の始動時に圧縮行程であった気筒を始動困難気筒としてE C U 1 4 の記憶装置に記録する。その後、ステップS 4 6において始動困難気筒からの始動を避けるよう次回の内燃機関1の停止位置を設定する。このためには、図4の停止時弁制御ルーチンにおける特定気筒1aを始動困難気筒以外の気筒に設定すればよい。ステップS 4 6の処理後は今回のルーチンを終了する。

【0048】

以上のようにして停止位置を設定した後に内燃機関1の停止許可条件が満たされた場合には、その停止位置にてクランク軸4が停止するように図4の停止時弁制御ルーチンを実行する。これにより、始動困難気筒が圧縮行程を迎えた状態で内燃機関1が停止することがなくなる。

【0049】

内燃機関1を始動させるには、始動時点での圧縮行程にある気筒の圧縮圧力に打ち勝ってピストン2を上死点まで移動させる必要があり、そのときの圧縮仕事によって内燃機関1の回転数は一時的に落ち込む。その回転数の落ち込み量は圧縮仕事が大きい程大きくなる。つまり、内燃機関1の始動時における回転数の落ち込み量は、始動時点での圧縮行程にあった気筒の圧縮仕事量の大小を反映している。

。各気筒の圧縮行程で生じる圧縮仕事量は理想的には同一であるが、実際には部品の寸法誤差や組み付け誤差の影響で気筒毎の圧縮仕事量は一定ではない。このように気筒間で圧縮仕事量が相違している状態で図9のルーチンを実施したならば、圧縮仕事量の最も大きい気筒が圧縮行程を迎える状態で内燃機関1が停止しないようになるので、始動時における圧縮仕事を減らし、より少ないエネルギーで内燃機関1を始動させることが可能となる。

【0050】

なお、ワーストケースとして記録された始動困難気筒を避けて停止させる処理に代え、始動時の回転数の落ち込みが最も少なかったケースをベストケースとして記録し、次回の内燃機関1の停止時にはそのようなベストケースが記録された始動時に圧縮行程であった気筒が圧縮行程を迎えた状態で内燃機関1が停止するように動弁機構5の動作を制御してもよい。このように停止位置を制御すれば、内燃機関1を最小のエネルギーで始動させることができる。

【0051】

以上その他にも、過去の始動実績に基づいて様々な観点から内燃機関の停止位置を制御することができる。例えば、内燃機関の始動に失敗したときに圧縮行程にあった気筒を記憶し、失敗の頻度の高い気筒が始動時において圧縮行程とならないように内燃機関1の停止位置を設定してもよい。過去の始動時に圧縮行程であった回数を気筒毎に記録し、その回数が各気筒に適度に分散するようにクランク軸4の停止位置を適当に変化させてもよい。このように停止位置を分散させた場合には、クランク軸4を常に一定の位置で停止させることによる機械的な偏りの発生を抑制することができる。過去の始動時と比較して著しく回転数の落ち込み量が増加した場合には何らかの異常が発生したものとみなして警告を発するようにしてもよい。

【0052】

以上の実施形態においては、ECU14が弁制御手段として機能し、ECU14と動弁機構5との組み合わせによって本発明の停止制御装置が実現される。しかし、本発明は以上の実施形態に限定されず、種々の形態にて実施することができる。例えば、第2及び第3の実施形態では、単一の気筒を特定気筒として設定し

、その特定気筒のみに圧縮圧力を生じさせるようにしたが、特定気筒以外の気筒においても、内燃機関が停止しない範囲で圧縮圧力を生じさせ、それにより、特定気筒の圧縮圧力によって内燃機関を確実に停止させるための予備的な制動作用を内燃機関に生じさせてもよい。停止位置の制御にモータジェネレータを併用してもよい。

【0053】

本発明はハイブリッド車両に限定されず、モータジェネレータが存在しない場合にも適用可能である。さらに、図7の停止時動弁特性設定ルーチンは特定気筒が存在しない場合にも適用可能である。つまり、特に停止位置を定めることなく、クランク軸4の回転数の低下に応じて圧縮圧力が徐々に減少するように各気筒の動弁特性を変化させることにより内燃機関1を滑らかに停止させる用途にも図7のルーチンは応用可能である。動弁機構は電動モータによってカムを駆動するものに限らず、リンクその他の各種の機構を利用して吸気弁又は排気弁を駆動するものを利用してよい。例えば3次元カムを利用して吸気弁又は排気弁に任意の開閉特性を付与する動弁機構、カム選択式、すなわち、クランク軸と連動する複数のカムを設け、実際に吸気弁又は排気弁を動作させるカムを状況に応じて適宜に選択する動弁危機を利用してもよい。

【0054】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の内燃機関の停止制御装置によれば、吸気弁又は排気弁を出力軸の回転状態に拘わりなく任意に動作させることにより、内燃機関の気筒内の状態を適宜に変化させて内燃機関を所定の状態で停止させることができる。従って、走行用の駆動源としてモータジェネレータが設けられていない車両においても内燃機関を所定の状態に停止させることができ、モータジェネレータが設けられている場合でも停止状態の制御に必要な電気的負荷を軽減して車両を走行させる際のエネルギー効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係る内燃機関及びその制御装置の要部を示す図。

【図2】

図1の内燃機関の吸気弁及び排気弁を閉じた状態を示す図。

【図3】

モータジェネレータによる回生発電と、回生発電状態からの内燃機関の停止とに対応して動弁機構の動作を制御するために実行される気筒制御ルーチンを示すフローチャート。

【図4】

内燃機関を所定のクランク角で停止させるために実行される停止時弁制御ルーチンを示すフローチャート。

【図5】

図4のルーチンを実行した場合のクランク角度と圧縮圧力及び機関回転数との関係を示す図。

【図6】

比較例として、図4のルーチンを実行しない場合におけるクランク角度と圧縮圧力及び機関回転数との関係を示す図。

【図7】

内燃機関の停止過程における圧縮圧力を徐々に低下させるために実行される停止時動弁特性設定ルーチンを示すフローチャート。

【図8】

図7のルーチンにおいて参照されるクランク角度と目標圧縮圧力との対応関係の一例を示す図。

【図9】

内燃機関の停止位置を設定するために実行される機関停止位置設定ルーチンを示すフローチャート。

【符号の説明】

1 内燃機関

1 a 気筒

2 ピストン

3 コンロッド

4 クランク軸

5 動弁機構

8 吸気弁

9 排気弁

10, 11 電動モータ

12, 13 カム装置

14 エンジンコントロールユニット（弁制御手段、停止位置設定手段）

15 点火プラグ

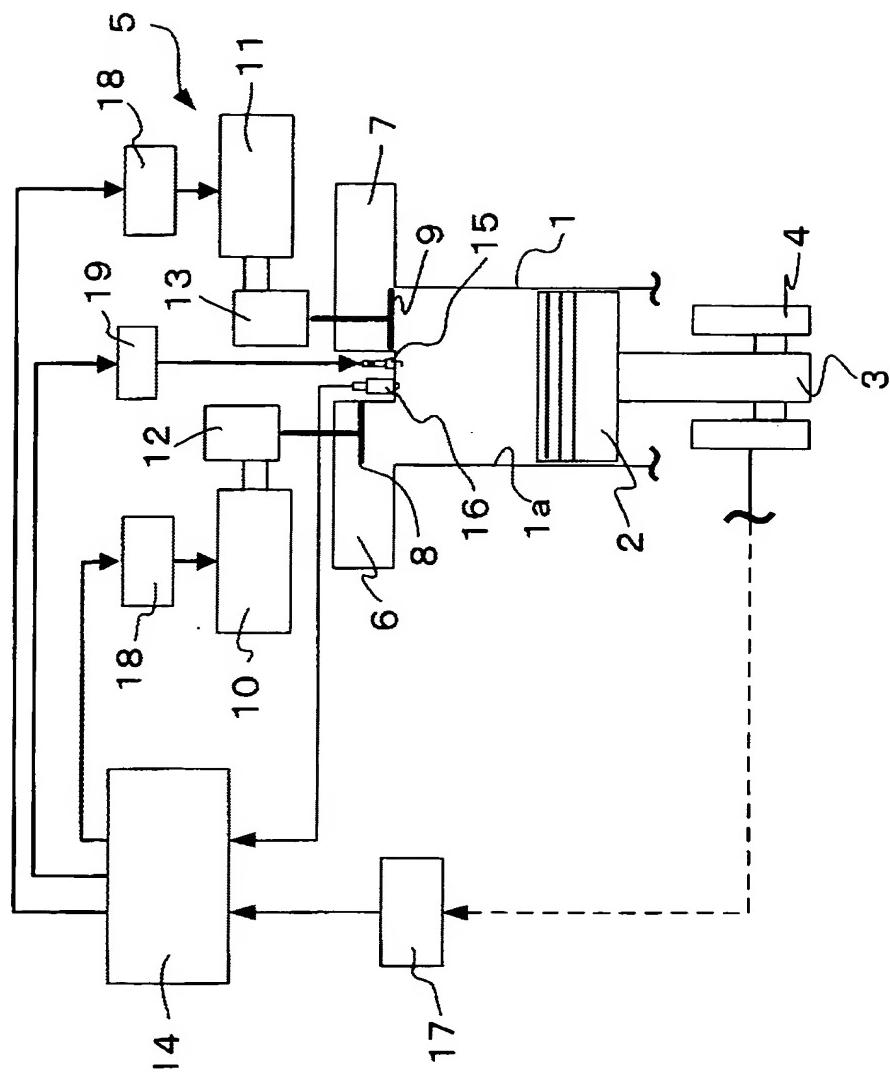
16 圧力センサ

17 クランク角センサ

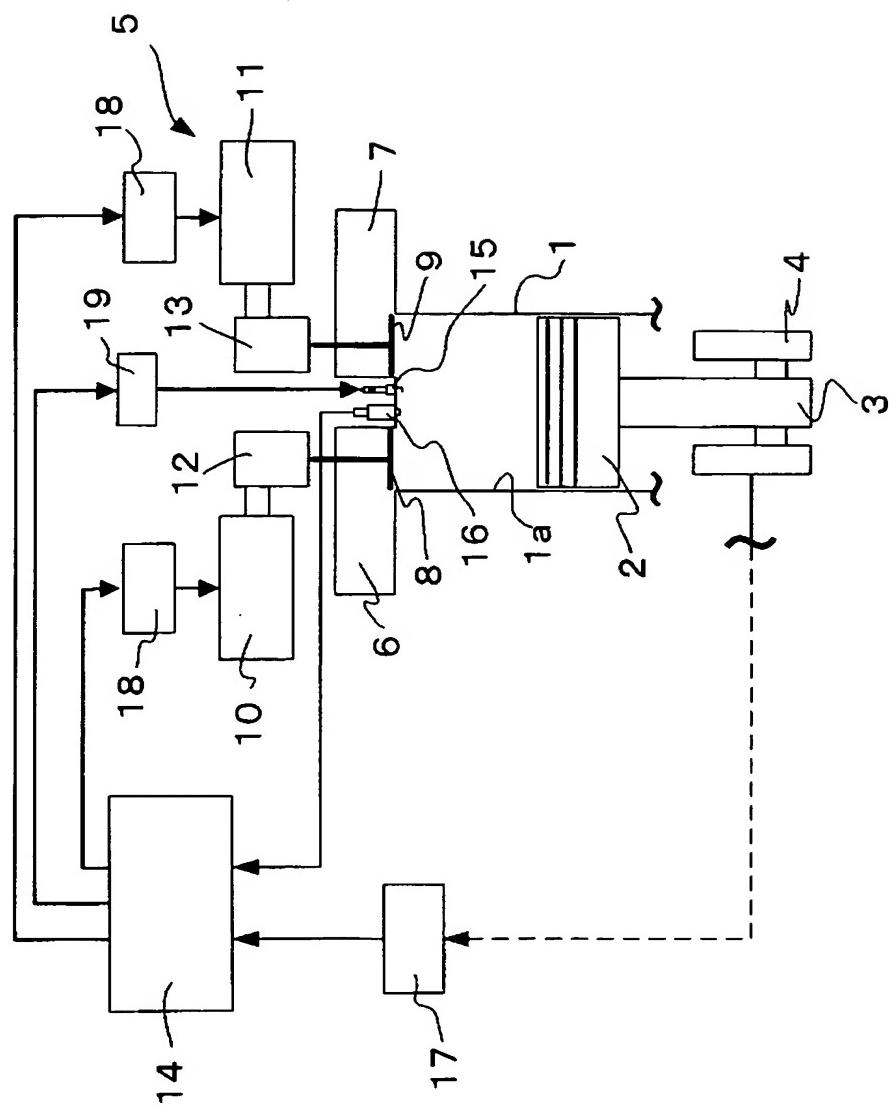
【書類名】

図面

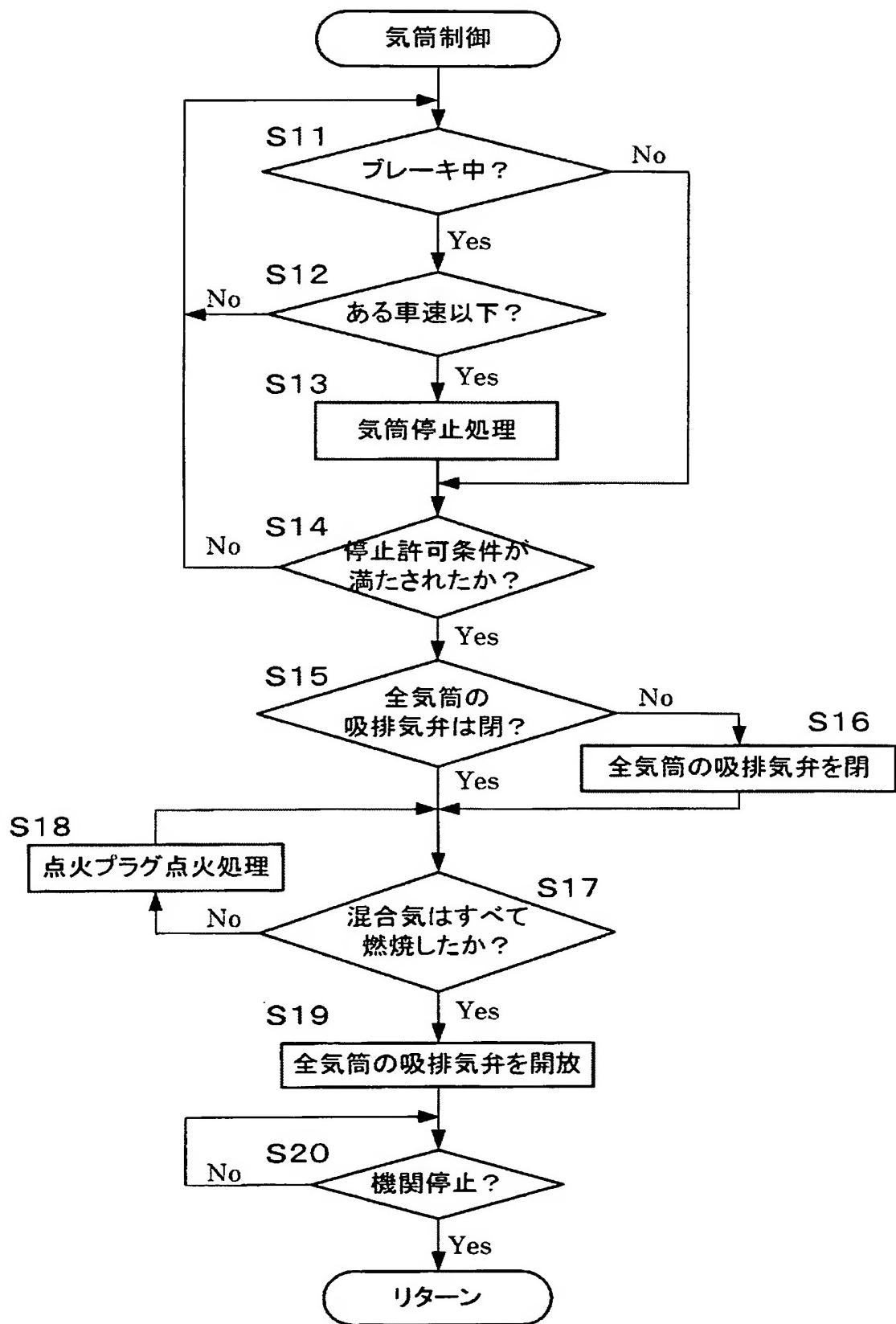
【図 1】



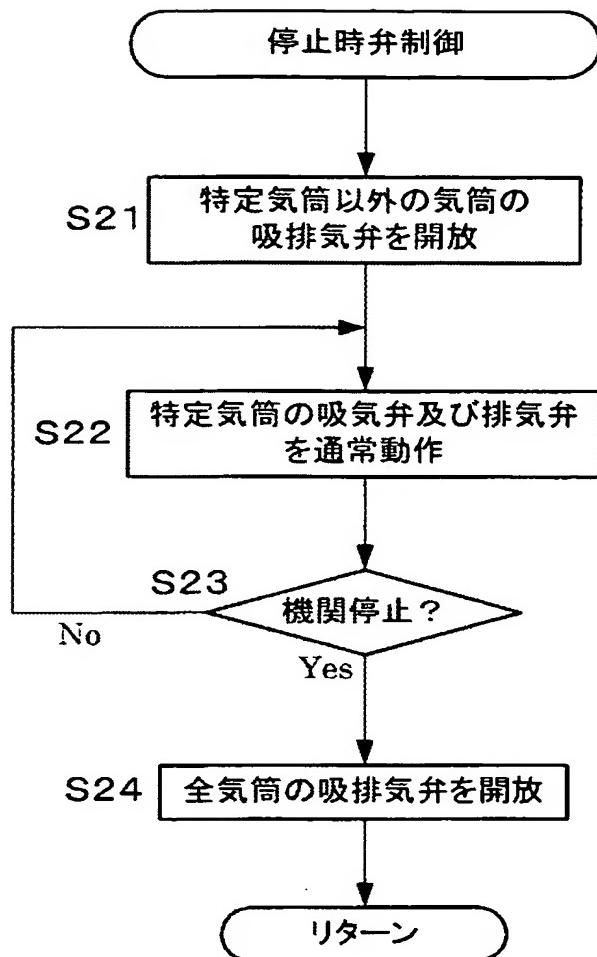
【図 2】



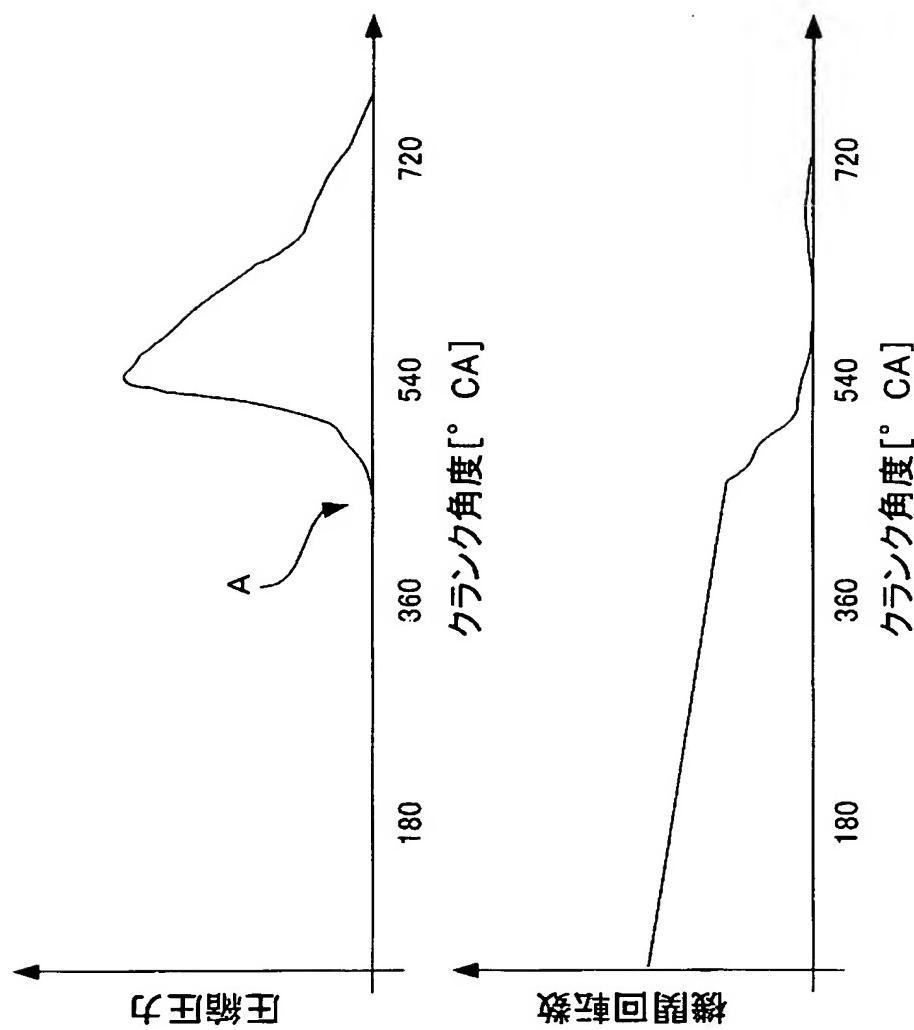
【図3】



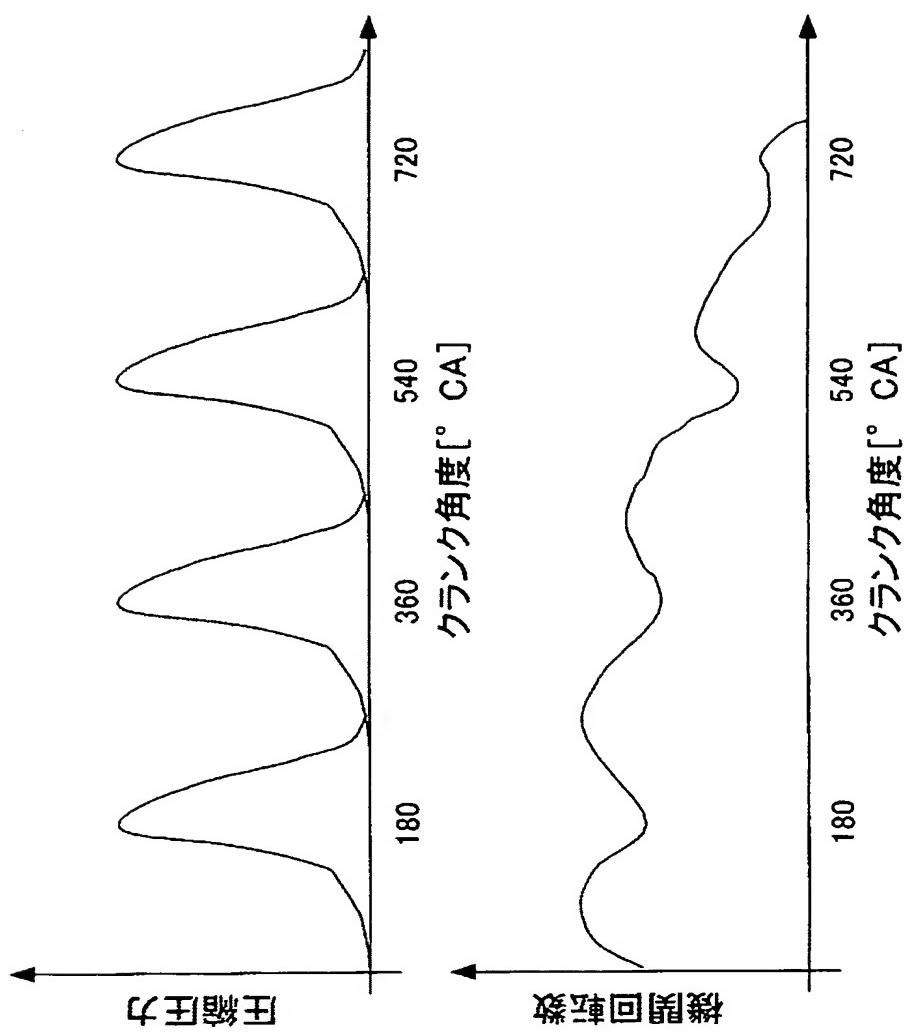
【図4】



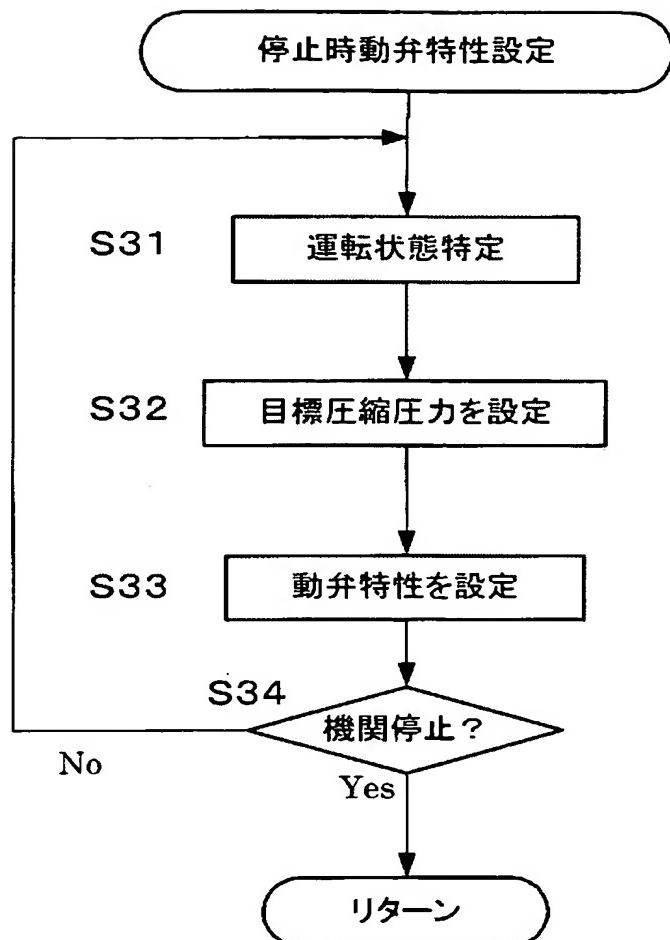
【図5】



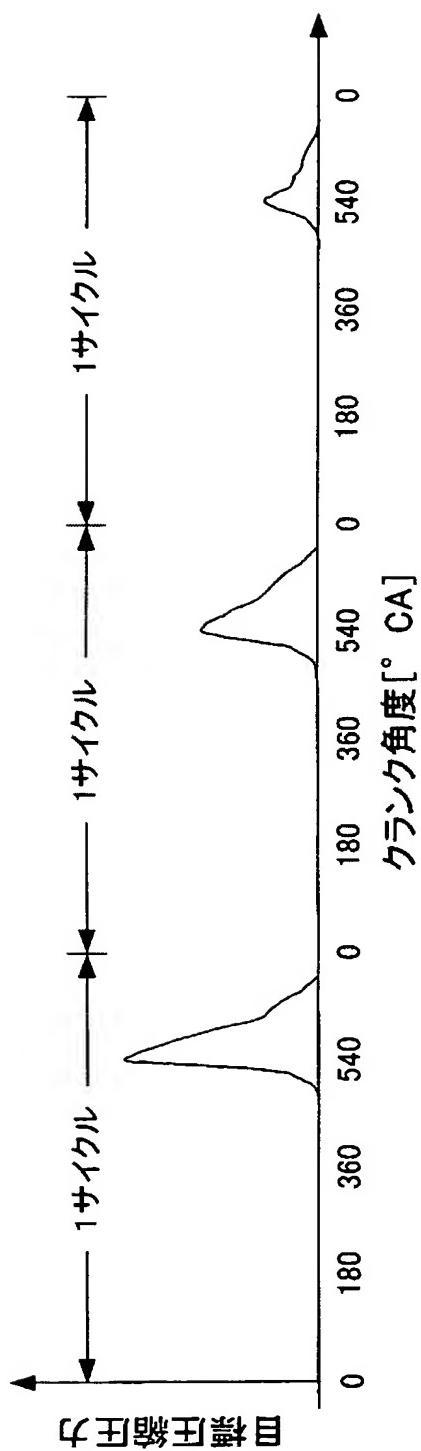
【図 6】



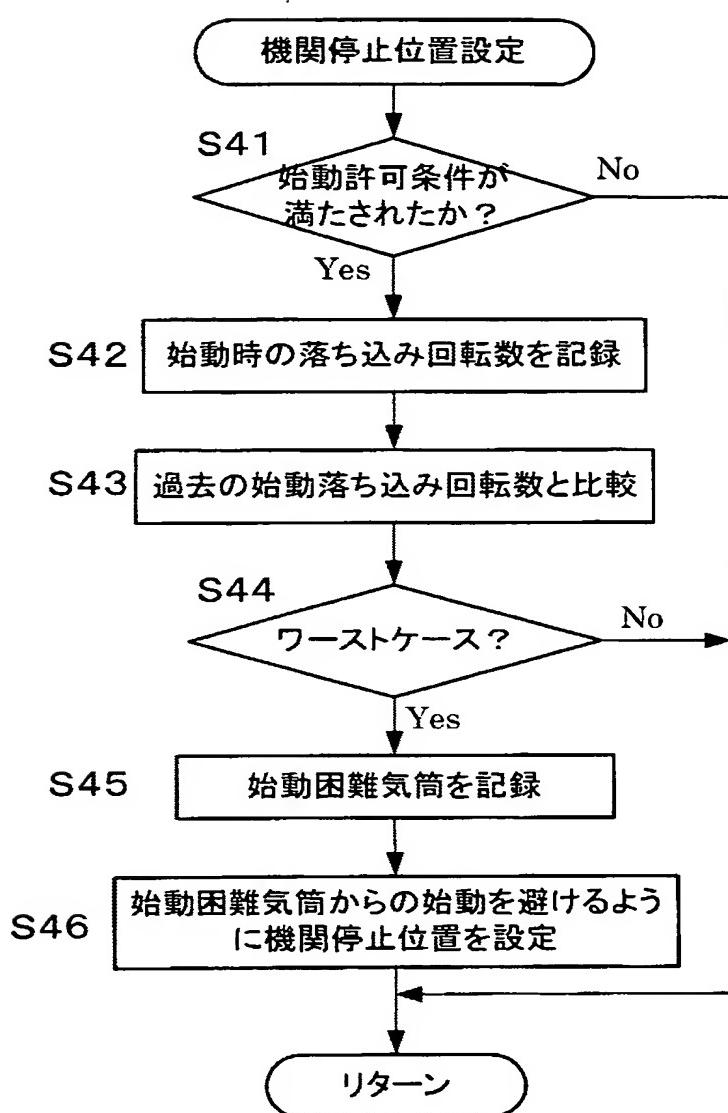
【図 7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内燃機関を所定の状態で停止させることができ可能な内燃機関の停止制御装置を提供する。

【解決手段】 吸気弁 8 又は排気弁 9 のうち少なくともいずれか一方の弁を内燃機関 1 のクランク軸 4 に対して任意に動作させることができ可能な動弁機構 5 と、内燃機関 1 が所定の状態で停止するように動弁機構 5 の動作を制御する弁制御手段 14 とを内燃機関の停止制御装置に設ける。

【選択図】 図 1

特願2002-354244

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏名 トヨタ自動車株式会社